MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DAS VOÇOROCAS DA ÁREA URBANA DE PALMAS -TO

Frederico BONATTO[1]
Alan Kardec Elias MARTINS[2]
Joseano Carvalho DOURADO[3]
Percival Braz DIAS[4]

RESUMO

Palmas, capital do Tocantins, está localizada na parte central do Estado. A mesma caracteriza-se por ter uma implantação planejada que teve início a partir de 1990, o que originou um rápido processo de crescimento urbano. Isto gerou a intensificação de problemas ambientais decorrentes de tal processo e usos inadequados dos recursos naturais; bem como rápido e intenso processo de impermeabilização sem um adequado sistema de escoamento superficial e drenagem pluvial, provocando em alguns casos o surgimento das erosões aceleradas (voçorocas). Este trabalho teve o intuito de mapear e monitorar voçorocas da área urbana da cidade de Palmas –TO. Geologicamente a cidade está implantada nos domínios da Formação Pimenteiras exibe camadas interestratificadas representadas por arenitos, siltitos e folhelhos ferruginizados, apresentando relevo plano a suave ondulado, com cotas de altitudes que variam entre 200 e 350 metros, situada na Depressão do rio Tocantins. Registra-se a ocorrência da predominância de solos profundos do tipo Latossolos, possuindo uma textura que facilita esse processo impactante, com regime pluviométrico anual em torno de 1.700 mm/ano, porém concentrado em uma única estação chuvosa, que vai de outubro a abril, o que de certa forma facilita a instalação de processos erosivos. Para a realização deste trabalho foram adotados os seguintes procedimentos: levantamento do material bibliográfico e cartográfico e interpretação da imagem de satélite SPOT 5, de junho de 2003. A partir dos dados da imagem e do georreferenciamento de campo realizou-se o mapeamento das voçorocas. O trabalho de campo priorizou o monitoramento da evolução das cabeceiras e das bordas das voçorocas selecionadas usando-se a metodologia adaptada de GUERRA (1995). Foram catalogadas e georreferenciadas todas as voçorocas identificadas na área urbana de Palmas. Em seguida foram selecionadas para a realização do monitoramento. O critério de seleção obedeceu a uma questão de distribuição geográfica e de acesso, sendo duas na região norte, três na região central e uma na região sul. O monitoramento das erosões se deu no período de 6 meses, de novembro a maio (estação chuvosa), período com maior incidência de precipitações na região e consequentemente o aumento do escoamento superficial devido à impermeabilização do solo. Foram identificadas 16 voçorocas que estão distribuídas por vários pontos da área urbana da cidade, com ocorrências principalmente em saídas de galerias pluviais localizadas nas áreas de preservação permanente. De acordo com o estudo, elas apresentam diferentes níveis de evolução e características. Como exemplos têm a voçoroca “LACEN” com registros de avanço remontante de 7,10 metros na cabeceira e “Três Irmãs” permanecendo estável no período de monitoramento. O trabalho conseguiu de forma simplificada dar as devidas informações necessárias da origem e de avanços, possibilitando um maior entendimento das dinâmicas das erosões na área urbana o que facilitará medidas de correção e prevenção dos processos erosivos acelerados.

1Universidade Federal do Tocantins, Aluno do Curso de Engenharia Ambiental, fredericobonatto@yahoo.com.br.
2Fundação Universidade do Tocantins, Professor Doutor Alan Kardec Elias Martins, akelias@unitins.br
3Fundação Universidade do Tocantins,Professor co-orientador Joseano Carvalho Dourado, joseano@unitins.br
4 Universidade Federal do Tocantins, Professor Percivla Braz Dias, percivaldias@uft.edu.br

INTRODUÇÃO

Palmas, recentemente criada para ser a capital do Estado do Tocantins, teve sua localização e crescimento planejado, sendo construída em áreas de três sub-bacias, contendo cinco córregos que atravessam a cidade e desembocam no reservatório da Usina Hidrelétrica – Lajeado dentre os mesmos alguns estão sendo utilizados pela população, inclusive de forma direta.

A construção iniciou-se a partir 1990, dando origem a um rápido processo de crescimento urbano, o que gerou a intensificação de problemas ambientais decorrentes de tal processo e usos inadequados dos recursos naturais; rápido e intenso processo de impermeabilização do solo sem um adequado sistema de escoamento superficial e drenagem pluvial, provocando em alguns casos o surgimento de erosões aceleradas (voçorocas).

A erosão do solo é um processo que consiste nas fases de remoção de partículas individuais da massa do solo pelo impacto das gotas da chuva, seguida de transporte realizado pelos agentes erosivos, como a água de escoamento. (MORGAN, 1986 *apud* GUERRA; SILVA; BOTELHO, 1999).

Em função do alto grau de erodibilidade de alguns tipos de solos e da retirada da vegetação que protege o terreno, há facilitação da ação direta da água da chuva, ocasionando a erosão e, num estágio mais adiantado, a formação de voçoroca. (GUERRA e CUNHA, 2001).

A erosão acelerada ou induzida é muito mais rápida que a natural, primeiramente como resultado da influência das atividades do homem, ou, em alguns casos, de animais. É entendida como o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e/ou pelo vento e constitui, sem dúvida, a principal causa do depauperamento acelerado das terras. (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1993).

A área urbana da capital deve ser estudada, pelo fato de que as sub-bacias encontram-se em intenso processo de implantação de infra-estrutura viária e elétrica, com a construção de vias de acesso e linhas de transmissão de energia, com a ocorrência de desmatamentos e obras civis de corte e aterro; o que expõe os solos à ação erosiva do escoamento superficial.

Desta forma, este projeto tem como objetivo mapear e monitorar as erosões aceleradas (voçorocas), gerando dados da região ocupada pela população urbana, o que ocasionará o conhecimento dos processos erosivos, possibilitando o planejamento de ações voltadas ao controle e prevenção das voçorocas da capital.

MÉTODOS e TÉCNICAS

Foi realizado um levantamento bibliográfico detalhado do referencial contemplando livros, teses e artigos existentes sobre a temática da pesquisa. Nessa etapa os estudos de GUERRA e FRENDRICH contribuíram para o embasamento teórico das atividades.

Realizou-se o levantamento das voçorocas a partir da interpretação preliminar de imagem do satélite SPOT -5, datada de junho de 2003, e fotos aéreas juntamente com verificação de campo e informações da população.

Após a interpretação preliminar foi-se ao campo com o aparelho GPS (Global Positioning System) para a localização das voçorocas identificadas na imagem com o objetivo de adquirir suas coordenadas, para a confecção do mapa de localização das erosões na área urbana. Desta forma, algumas voçorocas foram selecionadas para o monitoramento, obedecendo a critérios relativos à distribuição geográfica.

Adotou-se a metodologia proposta por Guerra (1995) com modificações para a confecção das malhas de referência. Essas malhas foram construídas com a utilização de trena, marreta e estacas (madeiras) em torno das voçorocas, seguindo uma forma espacial aleatória. Estaqueou-se ao redor da voçoroca, mantendo-se uma distância da qual varia com o perímetro da voçoroca.

Uma vez colocadas as estacas no solo e feito o esquema da distribuição espacial das mesmas, retornou-se uma vez por mês ao campo para a medição da distância das estacas em relação à borda da voçoroca, verificando assim se ocorreu ou não o aumento da erosão.

Para a construção do mapa de localização e os mapas das principais erosões realizou o levantamento de campo com o uso do aparelho Estação Total Eletrônica Série DTM- 302, após a obtenção dos dados da Estação abaixaram os mesmo ao computador e utilizando o software Auto Cad versão 2004 desenhou as erosões e confeccionou o mapa de localização das voçorocas em toda a área urbana estudada.

RESULTADOS

O presente estudo identificou na área urbana de Palmas a ocorrência de 16 erosões aceleradas (voçorocas), das quais 06 foram selecionadas para o monitoramento e nomeadas (“Parque das Emas”, “Três Irmãs”, “Guarda Metropolitana”, “IML”, “LACEN” e “Córrego Machado”).

O critério de seleção obedeceu a uma questão de distribuição geográfica de região, ficando assim distribuídas: na região centro (3 erosões), na região norte (2 erosões) e sul (1 erosão). Além disso, outros critérios foram adotados tais como: facilidade de acesso, tipo de vegetação, interferência humana e características da voçoroca.

O monitoramento foi realizado através de medidas mensais principalmente na estação chuvosa, de novembro a maio, período com maior incidência de precipitação na região e conseqüentemente aumento do escoamento superficial devido à impermeabilização do solo.

A maioria das voçorocas mapeadas estão localizadas em áreas verdes e saídas de galerias de drenagem pluvial urbana, pelo fato de os canais de drenagem terem altas vazões nas estações chuvosas, sem a devida dissipação de energia da água.

As voçorocas monitoradas apresentaram estágios distintos em alguns casos e semelhantes em outros. Um exemplo de estágio distinto é o da voçoroca LACEN em relação a Três Irmãs (vide tabela 1 e 3), a LACEN apresentou avanço remontante de 7,10 metros em uma das suas cabeceiras, já as Três Irmãs demonstrou praticamente estável no período estudado.

As voçorocas LACEN e Guarda Metropolitana estão em cabeceiras de drenagem e ambas estão com o afloramento do lençol freático.

A maior parte das voçorocas monitoradas permaneceram estáveis, não observando avanços, vale salientar que o período monitorado foi de apenas seis meses, mesmo assim obtive-se resultados importantes das dinâmicas das erosões na área urbana;

Foram identificados os principais mecanismos de erosão: transporte de partículas por fluxos concentrados, erosão por quedas-d’água e pequenos movimentos de massa localizados. As feições erosivas identificadas foram: sulcos e ravinas no interior das voçorocas, alcovas de regressão, marmitas ou panelas e quedas de torrões.

As seis voçorocas escolhidas para o monitoramento foram nomeadas e estão descritas de forma simplificada juntamente com fotos, principais características e a tabela dos avanços da borda da voçoroca em relação a cada estaca da malha de referência.

A voçoroca "Parque das Emas" esta localizada na região norte da cidade, nas quadras AV 403 N e 607 N. Esta teve sua origem e aprofundamento pela ineficiência das galerias pluviais resultantes da drenagem urbana e ainda receber grande volume de água sem a devida dissipação da energia, o que contribui para o agravamento do processo erosivo no período chuvoso.

Pontos	Coordenadas geográficas Meridiano –51º	Descrição
Voçoroca "Parque das Emas"	-10º 9' 21.87185''S -48º 20' 25.70017''W	Cabeceira da voçoroca, local que esta sendo monitorado.
	-10º 9' 35.81368''S -48º 20' 8.18464''W	Final da voçoroca (saída de galeria de águas pluviais).

Figura 01 – Ortofoto de localização da Voçoroca Parque das Emas.(Fonte Prefeitura de Palmas – SEDUH)

Tabela 01. Medidas do avanço do processo erosivo na voçoroca "Parque das Emas" em cm, localizada na AV 403 N e 607 N. (avanço das bordas e cabecerias)

Estaca	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
01	Implantação*	0	0	0	0	0	0
02	"	0	0	0	0	0	0
03	"	0	15	0	0	0	0
04	"	0	10	0	0	0	0
05	"	0	20	0	0	0	0
06	"	0	0	-	-	-	-
07	"	0	0	-	-	-	-
08	"	0	0	0	0	0	0
09	"	0	50	0	0	0	0
10	"	0	0	0	0	0	0
11	"	0	50	0	0	0	0
12	"	0	0	0	0	0	0

*Implantação da malha de referência junto a voçoroca com as estacas

A voçoroca "Três Irmãs" esta localizada ao norte da cidade na quadra AV 203 N (área verde), a qual faz parte do Parque urbano Sussuapara nas margens do Córrego Sussuapara, tendo característica de estar conectada a rede de drenagem, mas não apresenta o afloramento do lençol freático, fazendo com que todo o sedimento produzido na voçoroca é transportado para o córrego, contribuindo assim para o processo de

assoreamento. A erosão localiza-se na área de preservação permanente dentro da faixa dos 30 metros, a região encontra-se degradada e sua vegetação predominante é a pastagens. (Figura 02).

Pontos	Coordenadas geográfica Meridiano –51º	Descrição
Voçoroca "Três Irmãs"	-10º 10' 27.65130''S -48º 20' 30.93431''W	Cabeceira da voçoroca, local que esta sendo monitorado.
	-10º 10' 27.13864''S -48º 20' 31.89069''W	Meio da voçoroca
	10º 10' 23.62943''S 48º 20' 32.34655''W	Final da voçoroca

Figura 02- Ortofoto de localização da Voçoroca Três Irmãs.(Fonte Prefeitura de Palmas – SEDUH)

Tabela 02. Medidas do avanço do processo erosivo na voçoroca "Três Irmãs" em cm, localizada na AV 203 N no Córrego Sussuapara (Parque urbano Sussuapara) (avanço das bordas e cabecerias)

Estaca	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
01	Implantação*	10	40	0	0	0	0
02	"	0	0	0	0	0	0
03	"	0	0	0	0	0	0
04	"	0	0	0	0	0	0
05	"	0	0	0	0	0	0
06	"	0	0	0	0	0	0
07	"	0	30	0	0	0	0
08	"	0	0	60	0	0	0
09	"	0	0	0	0	0	0
10	"	0	0	0	0	0	0
11	"	0	0	0	0	0	0
12	"	0	0	0	0	0	0
13	"	0	0	0	20	0	0
14	"	0	0	0	0	0	0
15	"	0	0	0	0	0	0
16	"	0	10	0	0	0	0

* Implantação da malha de referência junto à voçoroca com as estacas

A voçoroca "Guarda Metropolitana" esta localizada na parte central da cidade dentro do Parque Cesamar (área verde), essa é a maior erosão cadastrada em comprimento e profundidade, em seu interior encontra-se o afloramento do lençol freático. Para o

monitoramento escolheu-se duas cabeceiras (frentes de erosão) devido seu grande tamanho e características do relevo, cobertura vegetal e acesso. Em seu entorno a vegetação é preservada sendo o cerrado típico e no seu interior observa-se o crescimento de vegetação secundária. Esta voçoroca tem uma característica marcante a mesma apresenta sua evolução em direção ao canal de drenagem de primeira ordem. Nesta existe presença de pequenos peixes e uma circulação continua de água em seu interior o que permiti o desenvolvimento da vida aquática. (Figura 03).

Pontos	Coordenadas geográficas Meridiano –51º	Descrição
Voçoroca "Guarda Metropolitana"	10º 12' 11.31559''S 48º 19' 23.41995''W	Cabeceira da voçoroca
	10º 12' 4.86953''S 48º 19' 18.74567''W	Final da voçoroca

Figura 03 – Ortofoto de localização da Voçoroca Guarda Metropolitana (Fonte Prefeitura de Palmas – SEDUH)

Tabela 03. Medidas do avanço do processo erosivo na voçoroca "Guarda Metropolitana" em cm, localizada no Parque Cesamar (avanço das bordas e cabecerias)

Estaca	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
01	Implantaçao*	0	0	0	0	0	0
02	"	0	0	10	-	-	-
03	"	0	0	0	-	-	-
04	"	0	0	0	0	0	0
05	"	0	0	0	0	0	0
06	"	0	0				0
07	"	0	0	0	0	0	0
08	"	0	0	0	10	0	0
09	"	0	0	0	0	0	0
10		0	0	0	0	0	0
11		0	0	0	0	0	0

* Implantação da malha de referência junto a voçoroca com as estacas

A voçoroca "IML" se localiza na região centro na quadra AV 304 S dentro do Parque Cesamar, encontra-se com a vegetação nativa preservada (cerrado). É a de menor tamanho das monitoradas e pelo seu tamanho provavelmente é a que teve origem mais recente das erosões cadastradas merecendo uma atenção especial, pois localiza-se em um terreno muito susceptível a erosão que futuramente poderá evoluir. (Figura 04).

Pontos	Coordenadas geográficas Meridiano –51°	Descrição
Voçoroca "IML"	10° 12' 07.5''S 48° 19' 33.1''W	Cabeceira da voçoroca
	10° 12' 6.51368''S 48° 19' 32.81796''W	Meio da voçoroca
	10° 12' 5.35545''S 48° 19' 34.37086''W	Final da voçoroca

Figura 04. Voçoroca "IML" localizada no Parque Cesamar – região centro. Observa-se membros da equipe realizando o monitoramento. (Fonte Autor)

Tabela 04. Medidas do avanço do processo erosivo na voçoroca "IML" em cm, localizada dentro do Parque Cesamar (avanço das bordas e cabecerias)

Estaca	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
01	Implantação*	0	5	0	0	0	10
02	"	0	0	40	0	0	10
03	"	0	0	0	0	10	0
04	"	0	0	0	0	0	15
05	"	0	5	0	0	0	0
06	"	4	0	0	0	0	0
07	"	10	15	0	0	0	0

* Implantação da malha de referência junto a voçorocas com as estacas

Voçoroca "LACEN" localizada na região Palmas – Centro na área verde das quadras AV 703 S e AV 607 S, próximo ao LACEN, nesta observa-se o afloramento do lençol freático e a presença de um olho d'água, têm uma característica de ser conectada a rede de drenagem e contém o maior número de cabeceiras (ramificações). Foi a que apresentou o maior avanços montante, com resultados importantes devido a expansão registrada de 7,10 metros na cabeceira principal demonstrando a vulnerabilidade do terreno. (Figura 05).

Pontos	Coordenadas geográfica Meridiano –51°	Descrição
Voçoroca "LACEN"	-10° 13' 28,43824" -48° 20' 32,16284"	Cabeceira da voçoroca, local que esta sendo monitorado.
	-10° 13' 28,98652" S 48° 20' 39,27355" W	Final da voçoroca

Figura 05- Ortofoto de localização da Voçoroca LACEN (Fonte Prefeitura de Palmas – SEDUH)

Tabela 05. Medidas do avanço do processso erosivo na voçoroca "LACEN" em cm, localizada na quadra AV 607 s. (avanço das bordas e cabecerias)

Estaca	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
01	Implantação*	15	2**	1.45**	1.45**	90	1.15**
02	"	0	1,4**	1.00**	95	85	80-
03	"	0	45	60	10	0	0
04	"	0	40	35	35	-	10
05	"	20	5	0	0	0	0
06	"	15	5	0	0	0	0
07	"	0	35	0	10	-	0
08	"	0	40	0	0	0	0
09	"	0	0	-	-	-	0
10	"	20	3,05**	0	0	0	0
11	"	0	0	0	0	0	0
12	"	0	5	0	0	0	0
13	"	10	0	5	5	0	0
14	"	40	10	0	0	0	0
15	"	35	0	40	25	55	10
16	"	0	10	0	0	0	0
17	"	0	80	20	20	0	0
18	"	0	0	0	0	0	20
19	"	0	0	0	0	0	0
20	"	0	0	0	0	0	0
21	"	0	0	0	0	0	10

* Implantação da malha de referência junto a voçoroca com as estacas. ** medidas em metros

Voçoroca "Córrego Machado" localizada na região Sul no bairro Aureny III. Esta nas proximidades do córrego Machado, área de ocupação sem o devido planejamento urbano com construções irregulares. Esta monitorada demonstrando um pequeno avanço mas com o decorrer do tempo a possibilidade para a expansão é alta visto que a região de seu entorno possui características propícias para a erosão.(Figura 06).

De acordo com relatos de moradores a erosão se iniciou após um conte feito por um trator para a retirada de cascalho. Depois desse fato a erosão se estabeleceu surgindo assim mais um problema ambiental na região.

Pontos	Coordenadas Geográficas Meridiano –51º	Descrição
Voçoroca Córrego Machado	10º 19' 37.8''S 48º 18''34.7''W	Cabeceira da voçoroca, local que esta sendo monitorado.
	10º 19' 38.1''S 48º 18' 35.1''W	Final da voçoroca

Figura 06 – Ortofoto de Localização da Voçoroca Córrego Machado (Fonte Prefeitura de Palmas – SEDUH)

Tabela 06. Medidas do avanço do processo erosivo na voçoroca "Córrego Machado" em cm, localizada no bairro Aureny III (avanço das bordas e cabecerias)

Estaca	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
01	Implantação*	07	0	0	0	0	0
02	"	0	0	0	0	0	0
03	"	0	25	0	10	0	20
04	"	0	55	25	0	0	15
05	"	0	0	0	0	15	0
06	"	0	30	0	0	10	0
07	"	0	0	0	0	0	0
08	"	0	0	0	0	0	20
09	"	30	0	0	0	20	0

"Implantação da malha de referência junto a voçoroca com as estacas

Tabela 07. Voçorocas cadastradas da Área Urbana de Palmas que não estão sendo monitoradas com suas respectivas coordenadas geográficas

Voçorocas	Coordenadas geográfica Meridiano –51°	Descrição
Voçoroca no córrego Sussuapara, atrás do Colégio Estadual de Palmas.	10° 10' 28.24'' S 48° 18' 52.86'' W	Cabeceira da voçoroca
Voçoroca da Câmara dos Vereadores (ao lado do LACEN)	10° 13' 26.59'' S 48° 20' 36.01'' W	Cabeceira da voçoroca
	10 13' 27.47'' S 48 20' 32.95'' W	Final da voçoroca
Voçoroca Ciavel (início em frente a Ciavel ao lado da avenida Teotônio Segurado)	10° 13' 48.18'' S 48° 20' 0.27'' W	Cabeceira da voçoroca
	10°13' 50.87'' S 48° 20' 10.43'' W	Meio da voçoroca
	10° 13' 48.43''S 48° 20' 46.04''W	Final da voçoroca
Voçoroca no Córrego Machado na avenida que leva ao Aeroporto	10° 18' 51.24''S 48° 18' 22.97''W	Cabeceira da voçoroca
	10° 18' 55.03'' S 48° 18' 17.05'' W	Final da voçoroca
Voçoroca na pedreira (perto das cerâmicas em Taquaralto)	10° 21' 41.64'' S 48° 16' 31.14'' W	Cabeceira da voçoroca
	10° 21' 34.65'' S 48° 16' 34.22'' W	Final da voçoroca

Voçoroca ao lado da sub-estação elétrica (Santa Bárbara)	10º 19' 57.9" S 48 17 54.6" W	Cabeceira da voçoroca
	10º 19' 56.8" S 48º 17' 59.4" W	Meio
Voçoroca Aureny III	10º 19' 35,57" S 48º 18' 17,74" W	Cabeceira da voçoroca
	10º 19' 34,87" S 48º 18' 21,29" W	Fim
Voçoroca em frente a CIAVEL	10º 13' 49,11" S 48º 19' 54,64" W	Cabeceira da voçoroca
	10º 13' 49,03" S 48º 19' 57,15" W	Fim
Voçoroca no caminho da uft –perto do córrego Brejo Comprido	10º 11 07.0" S 48º 20 32.2" W	Cabeceira da voçoroca
	10º 11' 08.0" S 48º 20' 33.4" W	Meio
Voçoroca atrás do Quarteto (Vila União)	10º 09' 42.5" S 48º 20" 44.4" W	Cabeceira da voçoroca
	10º 09' 42.5" S 48º 20' 46.8" W	Fim

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, G. S. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão: Diagnóstico, Prognóstico e Controle de Erosão. Goiânia: ABGE. 2001.

BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. Programa estadual de microbacias hidrográficas. Campinas: Secretária da Agricultura e do Abastecimento do Estado de São Paulo, Coordenadoria de assistência técnica integral, 16p. 1993.

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Manual técnico de manejo e conservação do solo e água – Embasamento técnico do Programa de Microbacias Hidrográficas. CATI nº 38. Campinas – SP: 15 p. 1993.

BERTONI, D.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: 4º ed.. Editora Ícone. 1999.

CARVALHO, Newton O. et. al. Guia de práticas sedimentométricas. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. 2000.

Carrijo, Beatriz R.; BACCARO, Claudete, A. D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de uberlândia (MG). Revista on line Caminhos de Geografia Uberlândia, 1(2) 70 – 83, dez. 2000.

FENDRICH, R. OBLADEN, Nicolau O. AISSE, Miguel L. GARCIAS, Carlos M. Drenagem e Controle da Erosão Urbana. 2º ed. Curitiba -PR, EDUCA Editora Universitária Champagnat, 442p. 1988.

GUERRA, Antônio. J. T. e CUNHA, Sandra B. C. (orgs). Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro – rj. 2001.

GUERRA, Antonio J. T. SILVA, A. S. e BOTELHO, Rosangela G. M. (orgs). Erosão e conservação dos solos. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro – RJ. 1999.

GUERRA, A. T; GUERRA, G. A. J. T. Novo dicionário geológico- geomorfológico. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.